IL JOYSTICK

Anche se i personal computer non sono stati sviluppati espressamente per i giochi, in questo campo non hanno nulla da invidiare a qualsiasi altra apparecchiatura o consolle per videogame. I videogiochi per PC attualmente disponibili in commercio sono in grado di soddisfare, per varietà e qualità, anche gli appassionati più esigenti. Per questo motivo verrà di seguito esaminato il dispositivo che consente di ottenere la massima efficienza in questo genere di applicazioni: il joystick.

Il joystick è dotato di una leva di comando manuale che consente di controllare il movimento del cursore (o del protagonista) nel gioco che si sta utilizzando. All'interno del joystick questa leva agisce su due resistenze variabili da 100 kΩ. Il suo movimento da un estremo all'altro provoca una variazione continua di queste resistenze da 0 a 100 kΩ; il valore resistivo nullo si ottiene spostando il comando manuale nella posizione inferiore sinistra del raggio d'azione ammesso.

Il joystick per PC sfrutta delle resistenze variabili che consentono una risoluzione praticamente infinita

I joystick possono essere esteticamente diversi, ma fondamentalmente sono tutti uguali

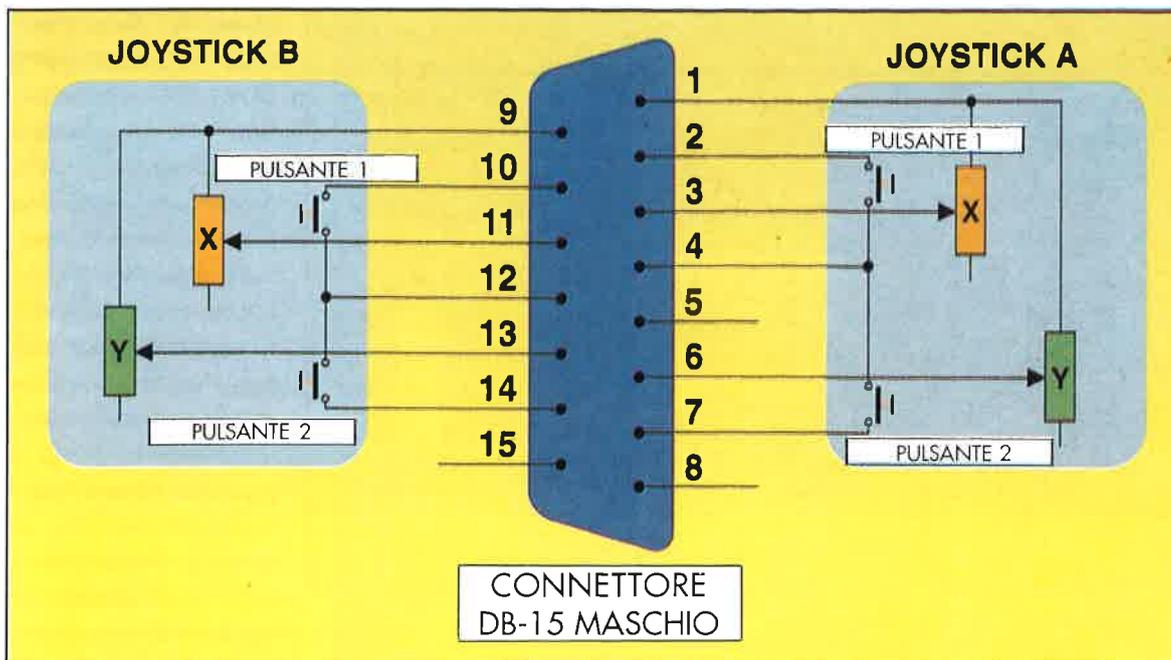
Quasi tutti i modelli disponibili in commercio incorporano delle molle di autocentratura che fanno ritornare automaticamente la leva di comando nel punto medio del suo percorso quando viene rilasciata. In questa posizione, ciascuna delle resistenze variabili presenta un valore di 50 kΩ; per la sua regolazione il joystick è dotato di due cursori esterni di centratura, che permettono un leggero spostamento del corpo del potenziometro rispetto al suo cursore, che a sua volta è collegato meccanicamente alla leva di comando.

I joystick a micro-interruttore consentono solo posizioni fisse: o quella centrale o quella corrispondente a uno degli estremi, per cui la loro risoluzione è molto bassa

Un altro elemento indispensabile nel joystick è rappresentato dai pulsanti di innesco o "fuoco" (fire): un PC è in grado di controllare al massimo due di questi tasti. La configurazione descritta corrisponde a quella di un joystick standard IBM tuttavia, tra i joystick attualmente disponibili in commercio, è possibile trovare modelli con le più svariate rifiniture e i più diversi accorgimenti, atti a renderli più attraenti e di più semplice impiego. Alcune delle possibilità aggiuntive di questi modelli sono le seguenti:

- *innesco (fire) automatico:* quando viene premuto il pulsante corrispondente, invece di un solo impulso ne vengono inviati parecchi in sequenza. In alcuni modelli la frequenza di ripetizione è regolabile;
- *innesco continuo:* questa opzione consente di bloccare il pulsante di fuoco, per cui il joystick invia impulsi in modo continuativo senza la necessità di mantenere premuto il pulsante;
- *inversione dei pulsanti di innesco:* consente di invertire le funzioni dei pulsanti.

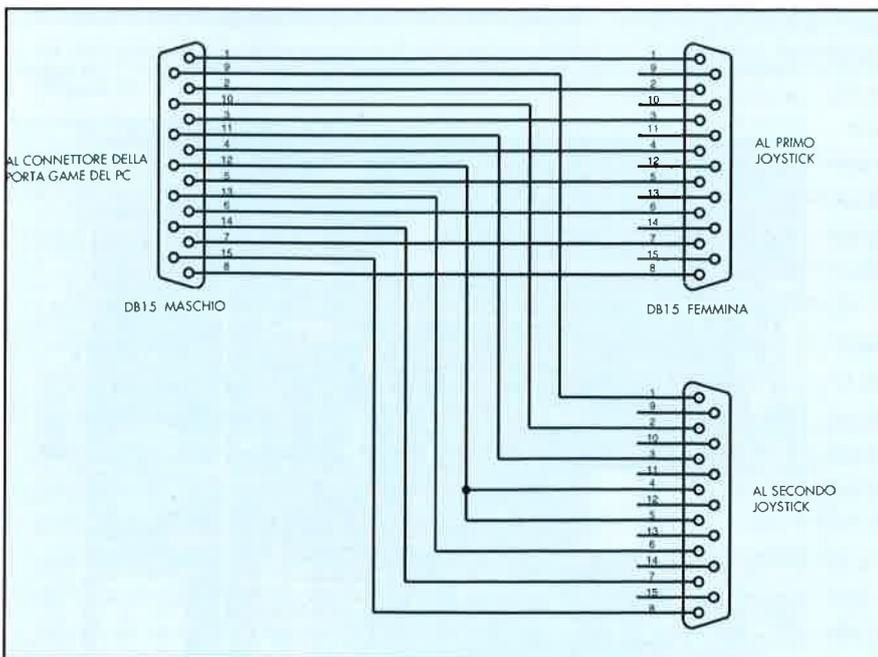
Tuttavia, non tutte le modifiche rappresentano delle migliorie. Una delle varianti dallo standard IBM che non corrisponde a nessun sviluppo tecnologico è l'inserimento di microinterruttori all'interno dei joystick al posto delle resistenze variabili. Questi joystick sono facilmente riconoscibili perché quando si sposta la leva di comando verso una qualsiasi delle sue posizioni esterne viene emesso un suono simile al gracchiare delle rane. I joystick di questo tipo consentono solamente cinque posizioni discrete del comando centrale: gli estremi, nei quali viene attivato il rispettivo microinterruttore, oppure la sua posizione centrale, nella quale nessun microinterruttore risulta attivato. Qualsiasi lieve spostamento del comando centrale che non attiva un microinterruttore viene perciò ignorato; in questo modo viene perso l'elevato grado di risoluzione fornito dallo standard IBM, senza in

In alcuni casi la leva di comando è particolarmente curato dal punto di vista ergonomico

Disposizione dei terminali del connettore del joystick

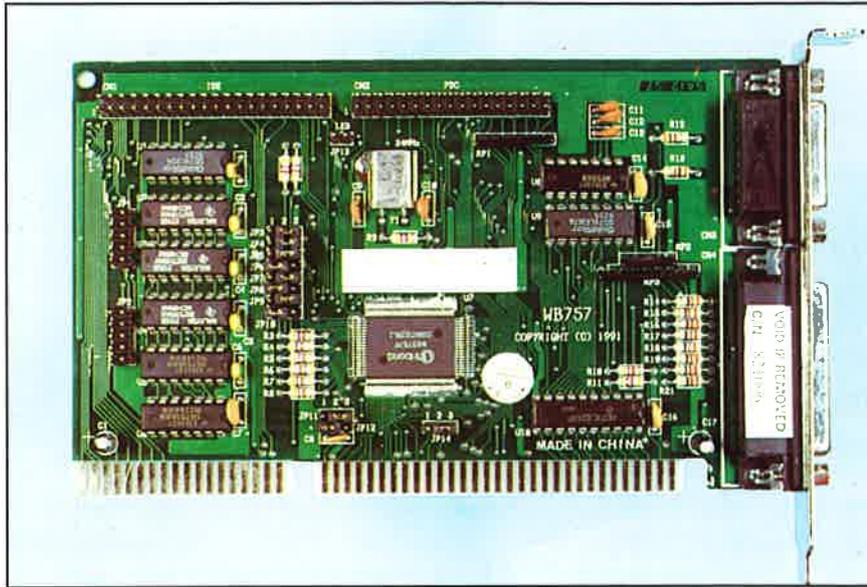
cambio garantire nessuna contropartita. La stragrande maggioranza dei joystick utilizzati per le consolle dei videogames vengono costruiti sfruttando la tecnologia a microinterruttori invece di quella a resistenze variabili.

Collegamento al PC

Il collegamento al PC viene realizzato per mezzo di un connettore DB-15 maschio che consente la connessione contemporanea di due joystick. La disposizione dei terminali del connettore è riportata nella figura corrispondente. I joystick disponibili in commercio sono preimpostati come joystick primario, e occupano tutto il connettore anche quando non utilizzano i terminali corrispondenti al secondo joystick. Per poter utilizzare un secondo joystick è necessario costruire o acquistare un cavo come quello rappresentato in figura.

Cavo necessario per il collegamento contemporaneo di due joystick

Scheda games

Nei personal più vecchi il collegamento del joystick si poteva effettuare solo per mezzo di una scheda adattatrice specifica. Nei modelli più recenti invece, data la relativa semplicità di questo dispositivo, questa funzione è stata integrata in altre schede, e più precisamente nelle schede chiamate multi I/O, che raggruppano

Il PC permette di controllare simultaneamente due joystick con la stessa interfaccia

Porta game in una scheda multi I/O

game all'indirizzo esadecimale 201 consente di rilevare i 4 bit meno significativi relativi allo stato di questi impulsi digitali, e la condizione in cui si trovano i pulsanti di innesco (di fuoco) in quell'istante determinata dai quattro bit più significativi. Eseguendo letture frequenti sulla porta game è possibile rilevare l'istante in cui ciascuno di questi quattro impulsi si trova in condizione di riposo, e di conseguenza ricavare la durata di ogni impulso. La resistenza presentata dal joystick si può facilmente determinare partendo dalla seguente equazione:

$$T = 10 \times R + 24{,}2$$

dove R è la resistenza del joystick espressa in kΩ e T è la durata dell'impulso risultante dal movimento della leva di comando espressa in microsecondi. Se le resistenze variabili presenti nel joystick sono da 100 kΩ, secondo questa equazione con la leva di comando posizionata ad un estremo si ottiene un impulso con durata di 24,2 microsecondi; se si porta la leva all'estremo opposto, la durata dell'impulso diventa di 1024,2 microsecondi.

Il procedimento è quindi semplice ed economico,

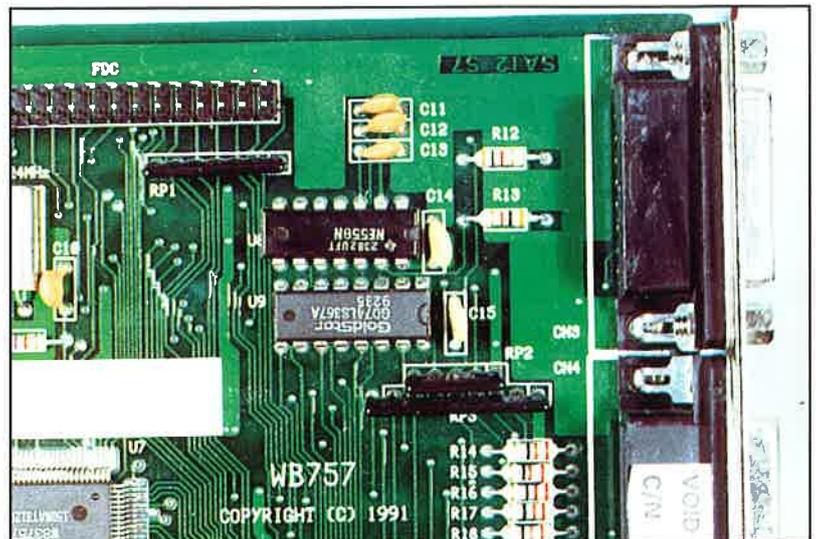
porte seriali e parallele, controller per i disk drive e gli hard disk, e un adattatore per joystick (porta game) che consente il controllo simultaneo di due joystick.

La posizione della leva di comando del joystick si determina convertendo il valore analogico assunto dalle resistenze variabili in un impulso digitale di diversa durata per ciascun asse. La durata di questo impulso aumenta o diminuisce in funzione delle variazioni lineari presentate dalle resistenze del joystick.

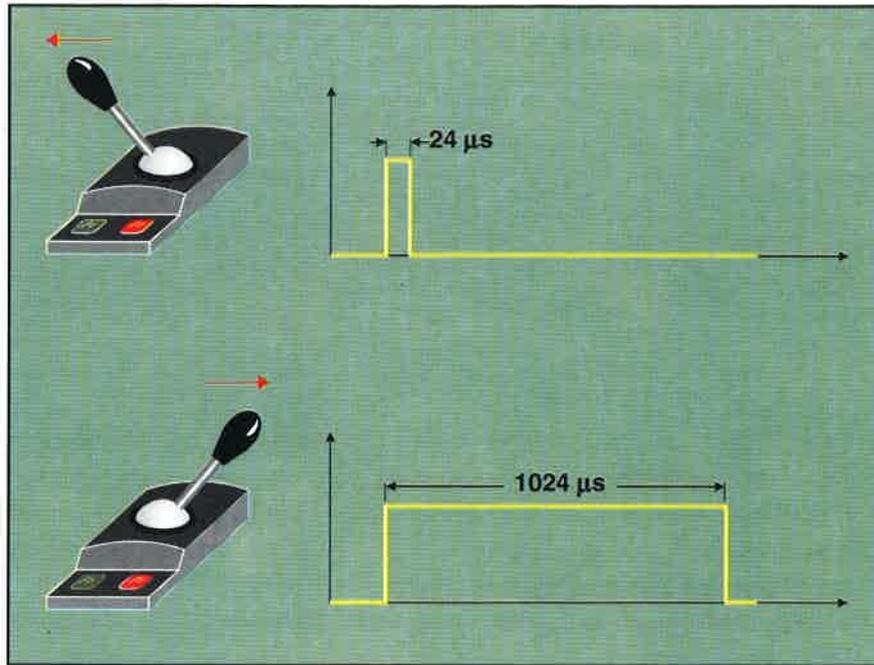
Per la conversione del valore resistivo in un impulso di durata variabile, nello standard IBM viene utilizzato un sicronizzatore ("timer") costituito dal circuito integrato NE558, simile al ben noto 555, dal quale differisce semplicemente per il fatto che integra quattro temporizzatori contemporaneamente, sfruttati a coppie per ciascun joystick. Tramite una operazione di scrittura sulla porta games, che si trova all'indirizzo di I/O 201 (esadecimale), ogni timer inizia contemporaneamente agli altri a generare un impulso di diversa durata, che varia in funzione del valore di resistenza presentato dal joystick. Le lettura della porta

La posizione della leva di comando viene determinata convertendo il valore assunto dalle resistenze variabili del joystick in impulsi di durata variabile

Temporizzatore 558 utilizzato per la conversione del valore di resistenza in un impulso di durata variabile

La durata degli impulsi dipende dalla posizione della leva di comando del joystick

anche se ogni ciclo di misura, la cui durata approssimativa è di circa 1 ms, richiede una costante attenzione della CPU per l'esecuzione delle letture multiple sulla porta game.
La determinazione dello stato dei pulsanti di innesco (fuoco) è più semplice, in quanto l'indicazione è fornita direttamente sulla porta game: i quattro bit corrispondenti ai quattro pulsanti disponibili (due per joystick) si trovano a livello logico 1 se i pulsanti non sono azionati, mentre si portano a livello 0 quando i pulsanti vengono premuti. Non bisogna dimenticare però che molti dei programmi che consentono di determinare la configurazione della macchina non sono in grado di rilevare la presenza della porta game, lasciando nel dubbio l'utente sull'effettiva presenza di questo dispositivo. In questo caso è opportuno verificare se sulla parte posteriore del calcolatore è presente il connettore DB-15 femmina necessario per questo dispositivo. In caso affermativo tutti i dubbi sono risolti, poiché questo tipo di connettore viene utilizzato esclusivamente per il collegamento del joystick. Se al contrario il connettore non è presente, è lecito pensare che il calcolatore non sia dotato di questa porta.

COME UTILIZZARE IL JOYSTICK NEI PROPRI PROGRAMMI

Utilizzare il joystick nei propri programmi è molto semplice, sempre che il linguaggio di programmazione utilizzato sia dotato di funzioni in grado di fornire la posizione della leva di comando o lo stato dei pulsanti.
Un esempio tipico è rappresentato da uno dei linguaggi più conosciuti, il BASIC, nel quale la posizione della leva del joystick si ottiene grazie alla funzione STICK(n), che ammette come argomento un valore compreso tra 0 e 3 per fornire le coordinate X e Y del primo joystick e le coordinate X e Y del secondo joystick. Bisogna comunque sempre eseguire inizialmente l'istruzione STICK(0) per permettere il calcolo e la memorizzazione di tutti i risultati, anche quando viene restituita solo la coordinata X del joystick A.

STICK(n)	
STICK(0):	Restituisce la coordinata X del primo joystick
STICK(1):	Restituisce la coordinata Y del primo joystick
STICK(2):	Restituisce la coordinata X del secondo joystick
STICK(3):	Restituisce la coordinata Y del secondo joystick

Anche lo stato dei pulsanti è facilmente rilevabile, poiché come detto in precedenza è determinato dai quattro bit più significativi presenti sulla porta game nell'istante di lettura dei dati (indirizzo di ingresso/uscita 201 esadecimale). In BASIC si può ricavare lo stato dei pulsanti con la seguente operazione:

```
INP(&H201) AND &H30
        =48:  Nessun pulsante premuto
        =32:  Pulsante 1 premuto
        =16:  Pulsante 2 premuto
        = 0:  Entrambi i pulsanti premuti
```

Il sistema più semplice per verificare se il proprio PC è dotato della porta game è quello di controllare se è presente un connettore DB-15 femmina sulla parte posteriore

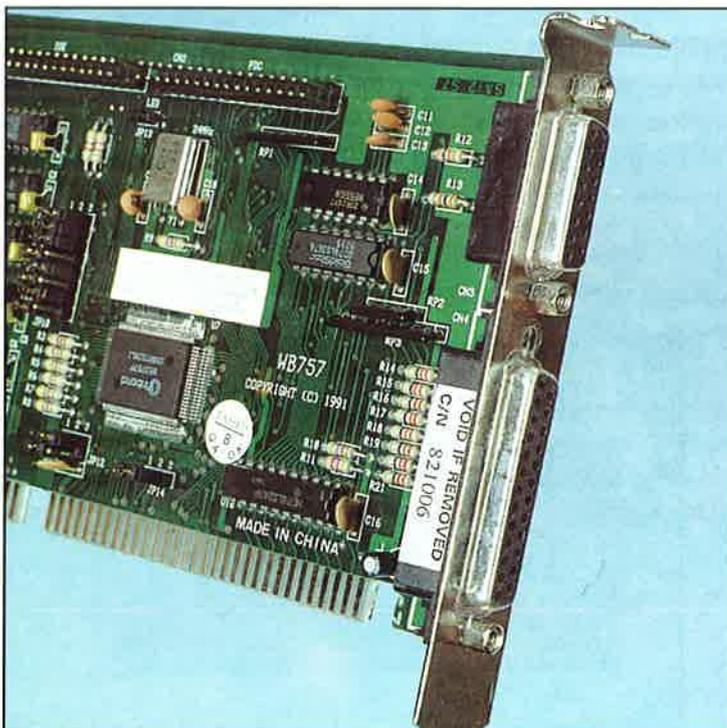
JOYSTICK B		JOYSTICK A		JOYSTICK B		JOYSTICK A	
PULSANTE 2	PULSANTE 1	PULSANTE 2	PULSANTE 1	COORDINATA Y	COORDINATA X	COORDINATA Y	COORDINATA X
BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0

Lettura della porta game

Nel caso venga utilizzato anche il secondo joystick, bisogna cambiare la costante (&H30 con &HC0) per ottenere un risultato in accordo con la variazione.
Purtroppo non tutti i linguaggi sono dotati di funzioni che consentono di gestire un joystick all'interno dei programmi.
In questi casi è opportuno scrivere una routine nel linguaggio di programmazione preferito, che non dovrebbe presentare assolutamente problemi o complicazioni.
Se qualche lettore decidesse di cimentarsi in questa operazione, potrebbe essere di grande aiuto sapere che alcuni programmi più professionali normalmente utilizzano il "timer" 0 del PC per misurare gli impulsi di durata variabile ottenuti. In questo modo viene garantito il buon funzionamento del joystick sia nei calcolatori veloci che in quelli più lenti.
Tuttavia, la quasi totalità di questi programmi è dotata di una routine specifica per la regolazione del centro e delle posizioni estreme. Questa routine di calibrazione è molto importante, poiché i joystick presentano valori di tolleranza piuttosto consistenti dovuti al fatto che il valore massimo di resistenza ottenuto, legato al percorso della leva di comando, è sovente di soli 60-70 kΩ anziché dei 100 kΩ previsti.

Alcuni modelli di joystick si presentano con un aspetto molto sofisticato

Joystick che emula i comandi del pilota di un aereo

Se qualche lettore volesse però scrivere una routine per utilizzare il joystick senza sfruttare uno dei timer del PC, può calcolare la durata degli impulsi generati dalla scheda tramite semplici cicli, ad esempio incrementando costantemente una variabile fino alla scomparsa degli impulsi che devono essere misurati. In questa routine di calibrazione autosviluppata è necessario indicare a quanti incrementi di questa variabile corrisponde uno spostamento del joystick da un estremo all'altro, poiché questo valore rappresenta il fattore di scala indispensabile per un corretto funzionamento del programma. In questo modo la routine può essere inserita perfettamente nel corpo principale del programma senza complicazioni; l'unica condizione è costituita dalla sua calibrazione preventiva.

Connettore della porta game

Quando si acquista un joystick bisogna verificare che sia PC compatibile, poiché non sempre questa caratteristica è indicata con chiarezza

QUALE JOYSTICK SCEGLIERE

Non si vuole fare pubblicità ad alcuna marca in particolare, ma sicuramente qualche suggerimento sarà ben accetto da coloro che decidono di acquistare un joystick, in modo da poterlo sfruttare al massimo delle sue prestazioni.

Connettore di un joystick per PC

La prima raccomandazione è quella di verificare che il joystick scelto sia PC compatibile, poiché non sempre questa caratteristica viene indicata con sufficiente chiarezza. Ricordarsi sempre che un joystick per PC è dotato di un connettore DB-25 maschio, mentre i joystick per altri computer non PC compatibili sono normalmente dotati di un connettore a 9 terminali.

I joystick che sfruttàno il sistema a resistenze variabili per il loro funzionamento, come definito dallo standard IBM, sono preferibili a quelli a microinterruttori; infatti, i primi forniscono un grado di risoluzione molto più elevato, corrispondente in ogni momento al movimento continuo della leva di comando, mentre i secondi commutano solamente nella posizione centrale o ad uno degli estremi senza tener conto delle diverse posizioni intermedie.

Questo significa che utilizzando i joystick a resistenza variabile i giochi, e in particolar modo quelli di simulazione, possono essere eseguiti con maggior realismo e controllo. Basti pensare ad esempio alla scarsa praticità che si avrebbe nell'affrontare una curva in una simulazione di corse automobilistiche dovendo sempre spostare la leva da un estremo all'altro anche per eseguire curve poco accentuate.

Per compensare le tolleranze dei joystick, quasi tutti i programmi sono dotati di una routine di calibrazione

Inoltre, bisogna verificare che il joystick sia dotato di due pulsanti di fuoco indipendenti. Quasi tutti i modelli presenti in commercio soddisfano questo requisito, ma esistono comunque dei joystick che solo apparentemente sono dotati di due pulsanti, poiché in realtà non sono indipendenti ma rappresentano un unico pulsante montato in due diverse posizioni per maggior comodità (così specificano i costruttori).

Un buon joystick deve anche essere dotato di due cursori per la regolazione indipendente della centratura degli assi, anziché di un solo cursore per entrambi. Ciò consente di evitare la sgradevole situazione in cui la centratura di un asse porti alla sregolazione dell'altro.

Sono disponibili in commercio joystick molto sofisticati e tecnologicamente evoluti in grado di simulare i comandi di pilotaggio di un aereo; questi dispositivi, anche se risultano molto attraenti dal punto di vista estetico, non lo sono certamente da quello economico.

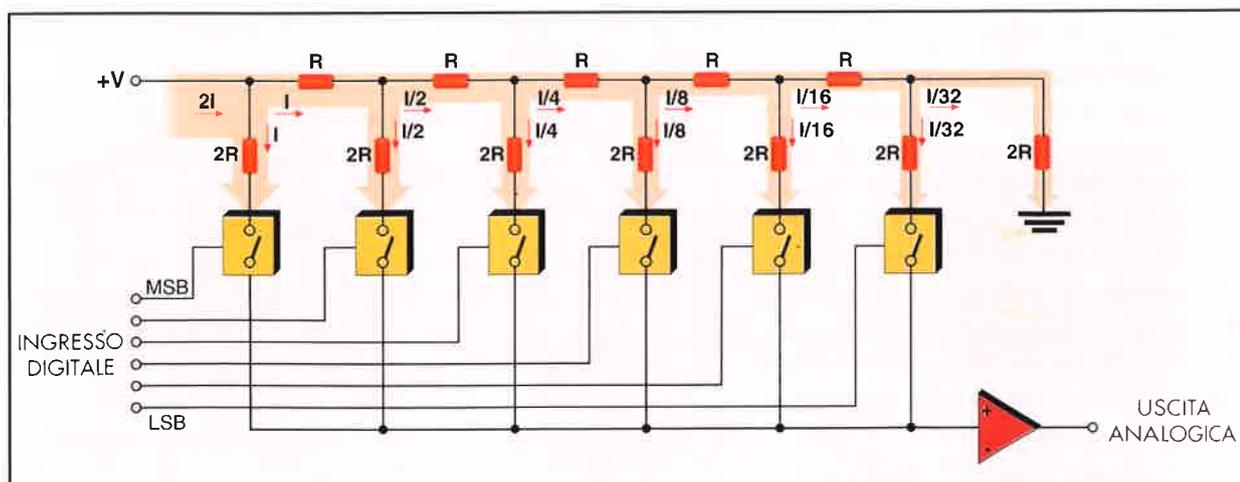
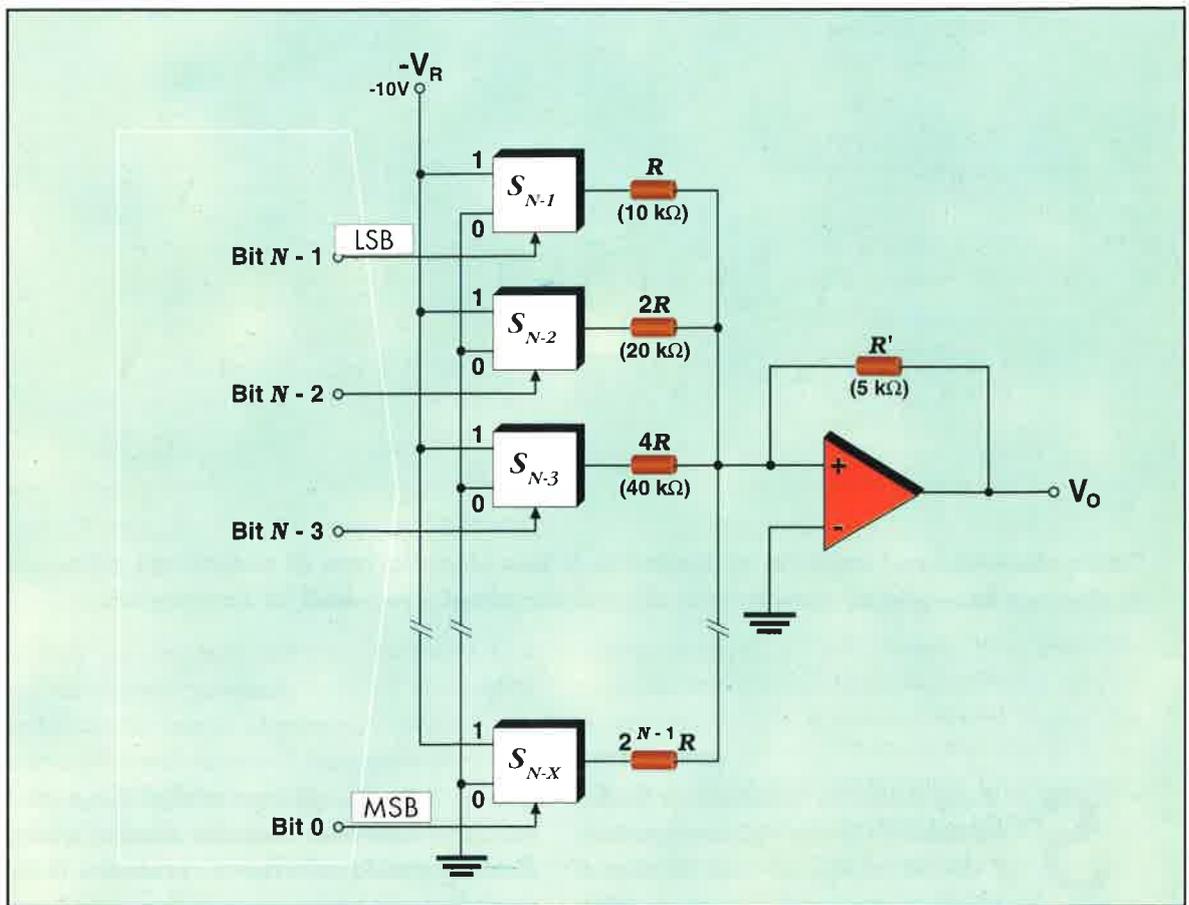
Infatti, il loro prezzo è mediamente di 4 o 5 volte superiore a quello di un joystick tradizionale. Se, nonostante tutto, qualcuno fosse disposto a questo sforzo economico, deve tener presente che i giochi di simulazione aeronautica rappresentano solo una piccola parte dei giochi disponibili in commercio, e che i comandi di questi tipi di joystick potrebbero non risultare idonei per gli altri giochi.

Normalmente i joystick sono dotati di un connettore maschio

LE FAMIGLIE DEI CONVERTITORI D/A

Come descritto nel capitolo precedente, il blocco della rete di resistenze differenzia le diverse famiglie di convertitori digitali/analogici presenti in commercio.

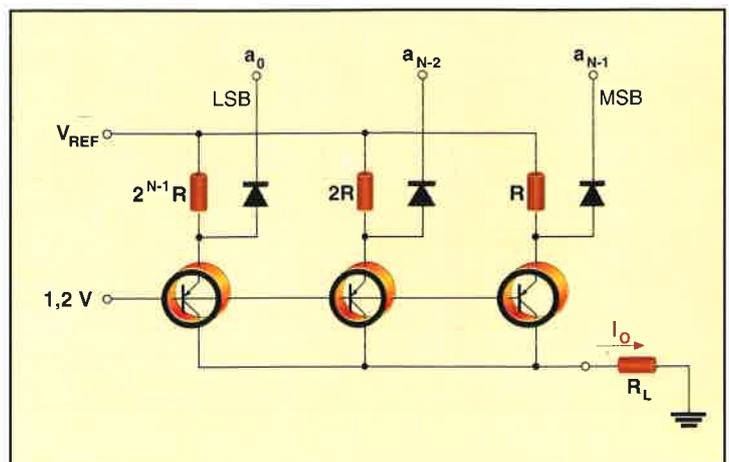
Si è già detto che la differenza fondamentale tra i diversi tipi di convertitori è dovuta al tipo di rete resistiva e all'alimentazione di riferimento utilizzate nei circuiti di conversione. Con riferimento esclusivo alla rete resistiva, si possono distinguere due famiglie di convertitori D/A: *a resistori pesati* e *a scala*.

Prima di affrontare in dettaglio questi due tipi di convertitori, bisogna ricordare che i convertitori D/A si possono suddividere in due grandi gruppi. I dispositivi appartenenti al primo gruppo, che rappresentano anche i modelli più utilizzati nella pratica, utilizzano gli ingressi digitali per attivare dei commutatori elettronici che alterano lo schema di collegamento della rete di resistenze, in modo da generare in uscita una tensione o una corrente proporzionale all'ingresso digitale. A questo gruppo appartengono le due famiglie citate in precedenza. Al secondo gruppo appartengono invece i dispositivi che sfruttano una circuiteria digitale per generare un treno di impulsi di uguale ampiezza e frequenza costante la cui durata è proporzionale al valore digitale presente in ingresso, oppure per generare un treno di impulsi la cui densità nel tempo è proporzionale all'ingresso digitale. Il

Convertitore digitale/analogico a scala, nel quale vengono utilizzate solo resistenze di valore R e 2R

Convertitore D/A a resistenze pesate, nel quale le resistenze hanno valori crescenti per potenze di due

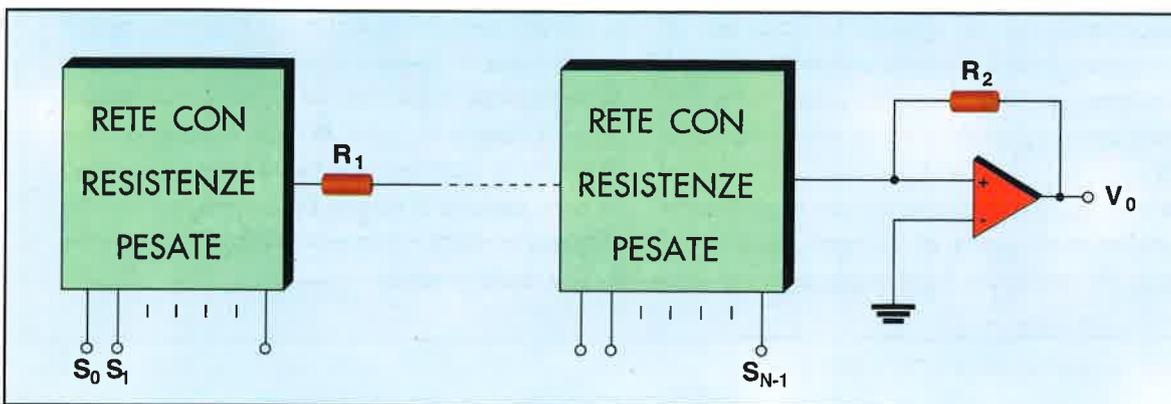
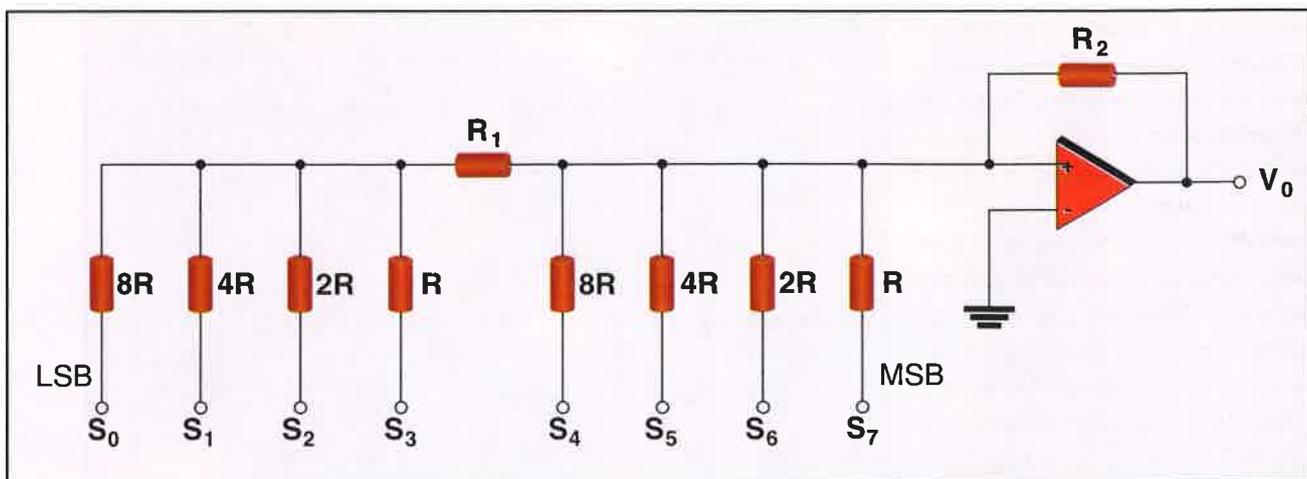
primo di questi circuiti viene chiamato *Pulse Width Modulator (Modulatore a Larghezza di Impulsi)* mentre il secondo *Pulse Rate Modulator (Modulatore a Velocità di Impulsi)*.

CONVERTITORE D/A
A RESISTENZE PESATE

Per comprendere il funzionamento di questi convertitori si prende come riferimento il circuito rappresentato nella figura corrispondente, nel quale è presente una tensione di riferimento.
I commutatori elettronici S, portano ogni resistenza alla tensione di riferimento o a massa, in funzione dello stato del segnale digitale di ingresso (1 o 0). I bit che sono a 0 non portano alcuna variazione alla corrente che circola nella resistenza R', mentre quelli che sono ad 1 modificano sostanzialmente questa corrente in funzione dei valori assunti dalle resistenze collegate. Ad esempio, se il bit più significativo (MSB) vale 1, in questo ramo circola una corrente determinata dal rapporto tra la tensione di riferimento e la resistenza di valore $2^{N-1}*R$. Se invece assume valore 1 il bit meno significativo (LSB), la corrente

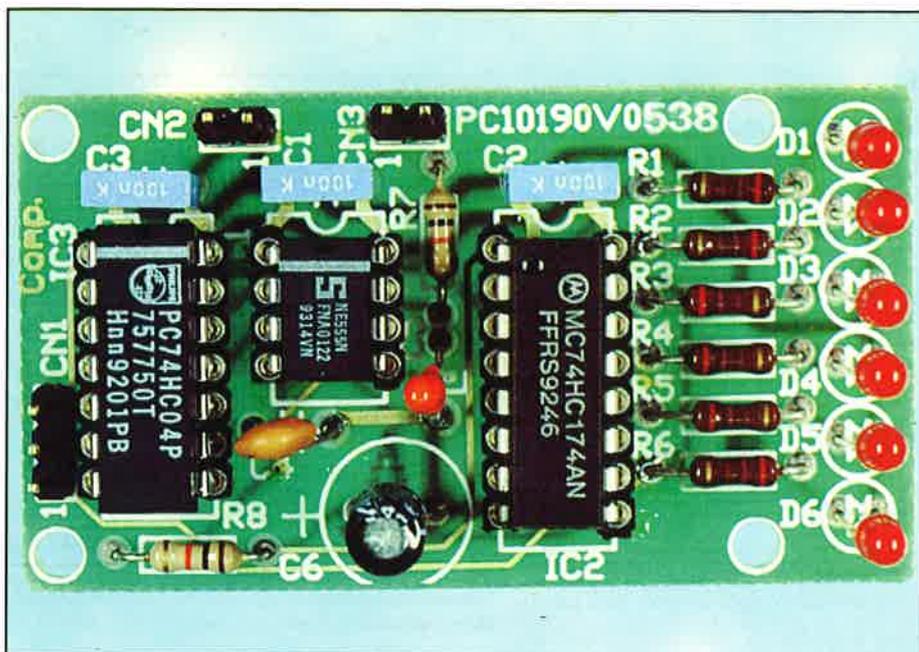
Una variante del convertitore a resistenze pesate che utilizza dei transistor per ottenere le correnti richieste

che circola in questo ramo del circuito è pari al rapporto tra la tensione di riferimento e la resistenza che in questo caso ha valore R, per cui risulta 2^{N-1} volte maggiore rispetto alla precedente.
Analizzando uno ad uno tutti i rami che compongono la rete di resistenze, si può affermare che, con riferimento alla figura della pagina precedente, la corrente circolante in R' è definita dall'equazione generale:
$[(V_R/R) * S_{N-1}] + 2[(V_R/R) * S_{N-2}] + ... + 2_{N-X}[(V_R/R) * S_{N-X}]$
dove S rappresenta il bit di ingresso che può assumere valore 0 o 1. Di conseguenza, si ottiene una tensione analogica di uscita che è proporzionale al valore numerico dell'ingresso digitale. Il calcolo dell'effettiva corrente di uscita, nel caso non si utilizzi l'amplificatore operazionale invertente, è facilmente eseguibile utilizzando un circuito equivalente dell'insieme. Per semplificare il circuito, si potrebbe pensare di lasciare fluttuanti le resistenze corrispondenti ai bit di valore 0, sfruttando la massa virtuale propria degli amplificatori operazionali. Tuttavia, questa soluzione non viene normalmente adottata poiché gli ingressi generano comunque delle perturbazioni come conseguenza di accoppiamenti non desiderati.
Una seconda semplificazione possibile potrebbe essere quella di eliminare la tensione di riferimento e i commutatori elettronici, utilizzando direttamente i livelli logici di ingresso. Anche questa soluzione non è però attuabile, poiché il segnale analogico di uscita dipenderebbe direttamente dal livello di tensione assunto dal segnale digitale di ingresso, che può variare entro i limiti di tolleranza ammessi.
Per questo motivo si preferisce utilizzare dei riferimenti interni di precisione, e prelevare da questi l'informazione relativa al tipo di livello logico del segnale digitale.
Una variante a questo tipo di circuiti consente di ricavare le correnti ponderate attraverso dei transistor. In questo caso le correnti di collettore risultano diverse poiché, essendo le tensioni di base tutte uguali, sono diversi i valori delle resistenze di emettitore.
Quando sull'ingresso digitale è presente un 1 logico il diodo rimane interdetto, e il transistor corrispondente viene attraversato da una corrente pari al rapporto tra la tensione di riferimento diminuita della caduta di tensione sul transistor e la resistenza di emettitore corrispondente.

Convertitore D/A formato dalla combinazione del tipo a scala con quello a commutazione di sorgente

Schema a blocchi di un circuito ibrido che utilizza la rete a resistenze pesate

Se l'ingresso digitale utilizzato è in codice BCD viene utilizzata questa rete di resistenze

Viceversa, se l'ingresso digitale ha valore 0 il diodo conduce, derivando tutta la corrente e impedendo che questa raggiunga l'uscita.
Questi convertitori hanno il vantaggio di essere molto semplici ed estremamente veloci. Presentano anche alcuni inconvenienti, dovuti ai diversi tempi di commutazione dei transistor provocati dalle diverse correnti che li attraversano; l'inconveniente maggiore è però rappresentato dalla necessità che le resistenze soddisfino esattamente la sequenza relazionale R, 2R, 4R, ecc.; un gruppo di resistenze con questa precisione e con le stesse caratteristiche è piuttosto difficile da ottenere.
Quando è richiesto un elevato numero di bit di ingresso si può ricorrere ai convertitori a scala.

CONVERTITORI D/A A SCALA

L'inconveniente di cui si è parlato in precedenza può essere ovviato utilizzando solo resistenze di valore R e 2R. Come si può osservare nella figura corrispondente, questo circuito utilizza per lo stesso numero di bit di ingresso un numero doppio di resistenze rispetto al dispositivo precedente, ma in questo caso i valori delle stesse sono solamente R e 2R.
La scala realizzata in questo circuito rappresenta un sistema a divisione di corrente, per cui il rapporto tra resistenze è più importante del loro valore assoluto. Si può notare che, vista da qualsiasi nodo, la resistenza risulta essere sempre di valore 2R, sia a sinistra che a destra del commutatore.
Ad esempio, la resistenza collegata a terra presente dopo l'ultimo commutatore vale 2R; l'ultimo nodo a destra vede due resistenze 2R in parallelo poste in serie ad una di valore R, per cui il valore finale risulta pari a 2R, e così via.
Pertanto, se uno qualsiasi dei commutatori viene collegato alla tensione di riferimento vede la resistenza corrispondente pari al valore 3R, poiché sono presenti due resistenze in parallelo poste in serie ad una terza, tutte di valore 2R. La tensione sul nodo corrispondente è di conseguenza pari al rapporto tra la tensione di riferimento e la resistenza equivalente di valore 3R.
L'inconveniente di questo tipo di convertitori è dovuto alle capacità parassite che causano un ritardo del tempo di propagazione da sinistra verso destra. Quando si chiude il commutatore del bit meno significativo, il ritardo è maggiore rispetto alla chiusura del commutatore relativo al bit più significativo.
Al variare dell'informazione digitale in ingresso è perciò presente in uscita un'onda transitoria indefinita che si stabilizza al valore finale solo dopo un certo periodo di tempo. Per evitare la presenza di questi transitori vengono utilizzati i convertitori A/D a scala invertita.

PROGRAMMA PER IL MONITOR BIOLOGICO

Le costanti biologiche e la loro misura sono sempre state oggetto di studio sia per i laboratori di ricerca legati a scienze come la biologia e la medicina, che per altri tipi di "investigazioni" legate a interessi molto più oscuri. In qualsiasi caso, il monitor biologico proposto, anche se su di un piano molto più modesto, ha lo scopo di porre all'attenzione del grande pubblico questi tipi di dispositivi.

Il funzionamento del monitor biologico è basato sulle variazioni resistive della pelle umana

Come già detto in precedenza, il monitor biologico basa il suo funzionamento sulle variazioni resistive della pelle umana abbinate ad un sistema di generazione di impulsi stabili (tipo multivibratore), per fornire informazioni in forma grafica sullo stato dell'epidermide e, di conseguenza, sullo stato d'animo della persona sotto test. Bisogna segnalare che l'impiego di questo dispositivo presuppone

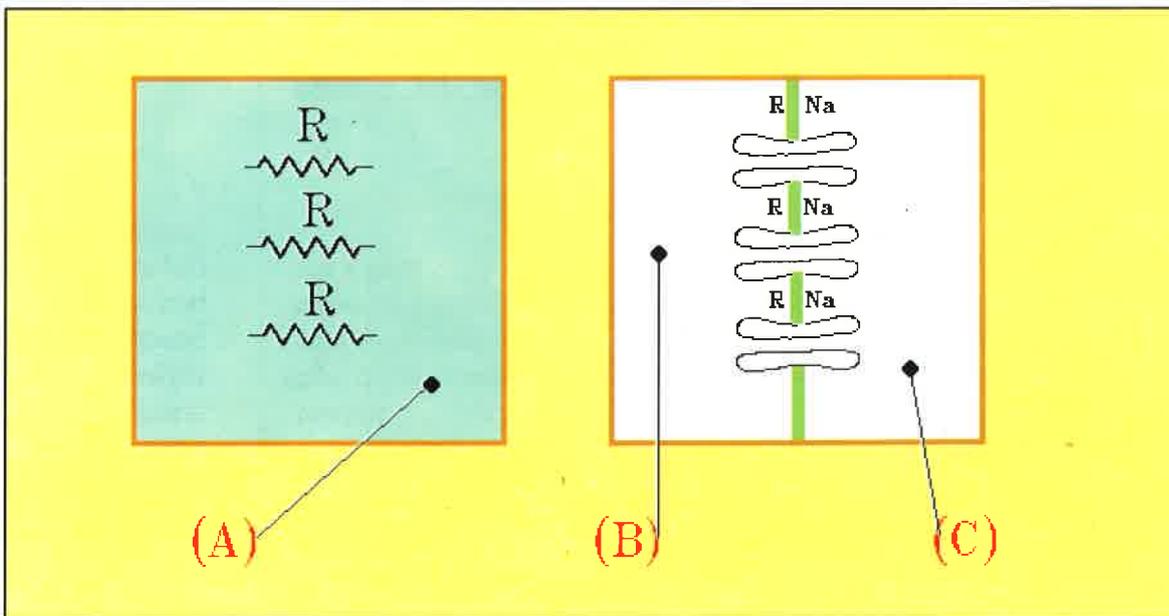
Le cellule che formano il sistema nervoso dell'organismo umano (più conosciute come neuroni) ricevono, conducono e trasmettono segnali elettrici

alcune conoscenze minime del funzionamento chimico-elettrico dell'organismo, e un certo impegno per un eventuale approfondimento nello studio del suo funzionamento e dei risultati ottenuti dalle prove praticamente eseguite. In qualsiasi caso, viene fornita una breve descrizione del comportamento del corpo umano a livello elettrico.

NOZIONI FONDAMENTALI DI ELETTROBIOLOGIA

Struttura schematica di un neurone: (A)Corpo cellulare, (B)Assone, (C)Rami terminali dell'assone

Le cellule che compongono il sistema nervoso presente nel corpo umano (più conosciute con il nome di *neuroni)* ricevono, trasportano e trasmettono dei segnali elettrici. Il significato di ogni segnale varia in accordo con la funzione svolta dalla cellula in questione nel complesso del sistema nervoso. In un neurone di classe motoria i segnali forniscono ordini per la contrazione di un determinato muscolo, mentre un neurone di tipo sensitivo trasporta informazioni relative alla presenza o al manifestarsi in un determinato punto del corpo di uno stimolo specifico, causato ad esempio dalla luce, da una forza di carattere meccanico o da una sostanza chimica. Un sistema interneuronico rappresenta uno stadio di calcolo nel quale viene combinata l'informazione sensoriale proveniente da fonti molto diverse per generare un insieme logico di ordini motori come risposta al segnale o ai segnali ricevuti. Nonostante il diverso significato dei differenti tipi di segnali esistenti, la loro forma è in qualsiasi caso la stessa; più precisamente, è rappresentata da variazioni del potenziale elettrico ottenute attraverso la membrana plasmatica del neurone in questione. La comunicazione interneurale si ottiene per mezzo di una alterazione elettrica, prodotta in una parte della cellula, che si estende verso altre parti della stessa. Senza una amplificazione attiva questa alterazione, o modifica dello status, si attenua all'aumentare della distanza dalla sorgente che l'ha generata. Quando le distanze sono brevi l'attenuazione è trascurabile; di fatto, sono molti i piccoli neuroni che conducono i

Confronto tra una resistenza elettrica tradizionale e quella contenuta di una membrana plasmatica. (A) Resistenza elettrica standard, (B) Citoplasma o interno della cellula, (C) Spazio extracellulare. La differenza del potenziale cellulare viene determinata dalla diversa concentrazione di ioni Na+

loro segnali in modo passivo senza amplificazione. Per la comunicazione del segnale ad una distanza molto elevata questa dispersione passiva risulta eccessiva. Per questo motivo i neuroni più grandi hanno sviluppato un meccanismo attivo di segnalazione che rappresenta uno dei tratti più interessanti e caratteristici del sistema nervoso: uno stimolo elettrico che, quando supera una certa intensità di soglia, scatena un'esplosione di attività elettrica che si propaga rapidamente lungo la membrana plasmatica del neurone. Questa eccitazione elettrica viene chiamata "impulso nervoso" e può trasmettere il messaggio elettrico, senza attenuazione, da un estremo all'altro del neurone ad una velocità di circa 100 m/s o, in alcune cellule, anche superiore.

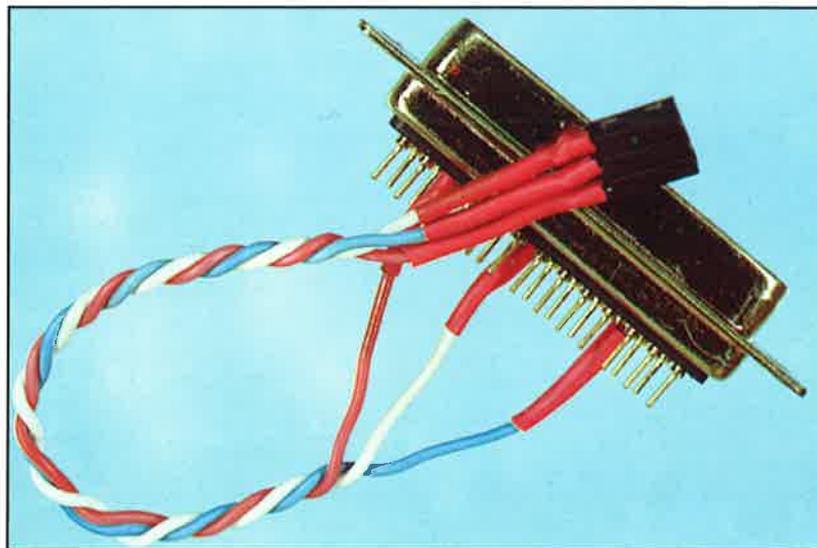
PORT	DATA	STATUS	CONTROL
----	----	-----	-------
LPT1	0378	0379	037A
LPT2	03BC	03BD	03BE
LPT3	0278	0279	027A

Assegnazione convenzionale degli indirizzi per le porte LPT nell'architettura di un PC

La funzione di una cellula nervosa dipende dalla sua forma, poiché questa determina i punti in cui possono essere ricevuti i segnali e i destinatari a cui questi ultimi possono essere trasmessi. Generalmente i neuroni sono piuttosto lunghi, più di qualsiasi altra cellula presente nel corpo umano. Un neurone motorio, che emette un prolungamento dal midollo spinale fino ad un muscolo del piede, può raggiungere una lunghezza superiore ad un metro. In un neurone si possono distinguere tre parti principali: il corpo cellulare detto *pirenoforo*, il *dentrite* e l'*assone*. Il corpo è il centro biosintetizzatore che ospita il nucleo e le altre parti affini. I dentriti sono un insieme di allungamenti tubolari, ramificati, che si estendono come antenne dal corpo della cellula e che forniscono una superficie maggiore per la ricezione dei segnali che arrivano da altre cellule. L'assone è un allungamento cellulare, generalmente unico e più lungo dei dentriti, che ha il compito di trasmettere gli impulsi nervosi dal nucleo della cellula fino ai suoi "destinatari" più lontani. I neuroni prendono contatti con altre cellule nervose o con cellule muscolari attraverso strutture specializzate definite *sinapsi*, a livello delle quali il segnale viene trasmesso da una cellula all'altra con una sua trasformazione da elettrico a chimico. Dopo questi brevi cenni sul "principio di funzionamento" del corpo umano si può ritornare al circuito oggetto del capitolo.

MONTAGGIO E AVVIAMENTO

Inizialmente è opportuno nuovamente sottolineare la particolare importanza della corretta polarità di due dei connettori coinvolti nel collegamento

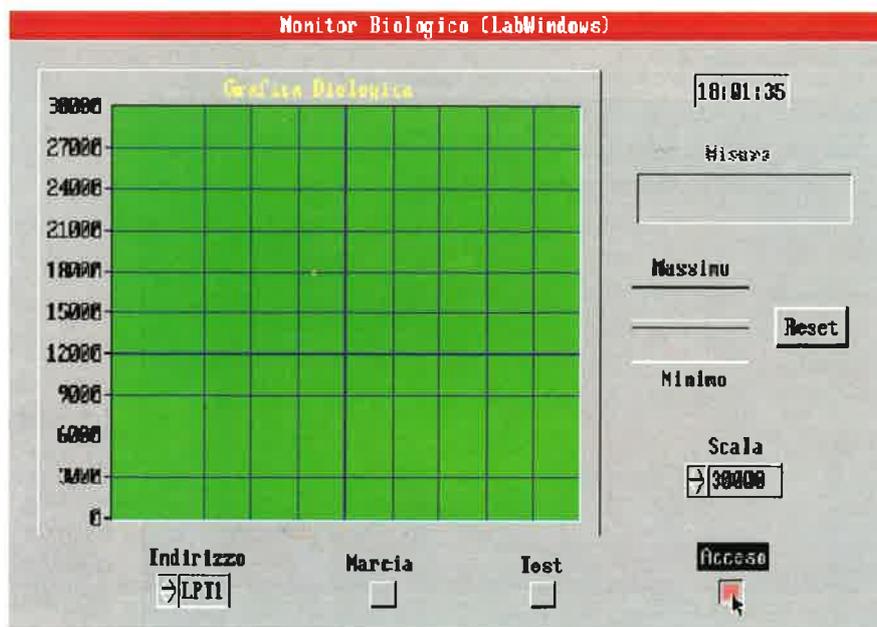
I cavi di collegamento sono indispensabili sia per l'alimentazione del circuito che per poter comunicare con il calcolatore

La funzione di una cellula nervosa è determinata dalla sua forma

La disposizione dei due cavi relativi alla sonda di misura non è critica

della scheda con il mondo esterno: la presa per l'alimentazione (indicata con CN3) e il collegamento del cavo che unisce la scheda con la porta Centronics del calcolatore (indicata con CN1).
Nel primo caso bisogna essere assolutamente certi che i cavi per l'alimentazione in continua rispettino la polarità richiesta: il terminale 1 di CN3 deve corrispondere alla massa, mentre il 2 deve corrispondere ai + 5 Vcc che alimentano il circuito. Per il connettore CN1 si deve rispettare la seguente disposizione: il terminale 1 di CN1 è la massa del connettore, per cui deve essere collegata al terminale 20 della porta Centronics (si ricorda l'utilità di mettere a massa i terminali dal 18 al 25 del connettore Centronics), il terminale 2 di CN1 deve essere collegato al terminale 16 del connettore parallelo, e infine il terminale 3 di CN1 deve essere collegato al terminale 11 del connettore della porta Centronics.
Come si è potuto osservare nello schema elettrico del circuito, la disposizione dei due cavi relativi alla sonda non è critica, in quanto il loro scopo è solamente quello di indicare al circuito la resistenza presente tra i due terminali.
Se tutte le precauzioni indicate sono state rispettate, comprese quelle relative al montaggio dei componenti (valori, polarità di IC1 e dei condensatori, ecc.), si può collegare il circuito al calcolatore e all'alimentazione richiesta. Si ricorda che anche in questo caso le operazioni di collegamento devono essere eseguite a calcolatore spento, fornendo l'alimentazione solamente quando sono terminate tutte le operazioni di preparazione.

Pannello di controllo per la gestione del monitor biologico

Premendo il pulsante "Acceso" si attivano tutti i commutatori disponibili. Alcuni indicatori rimangono in posizione di attesa finché non si preme il pulsante "Avvio"

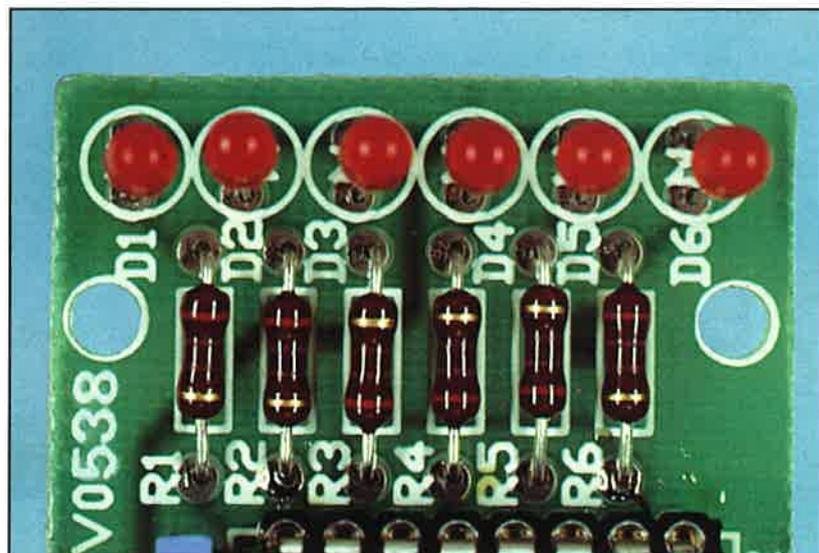
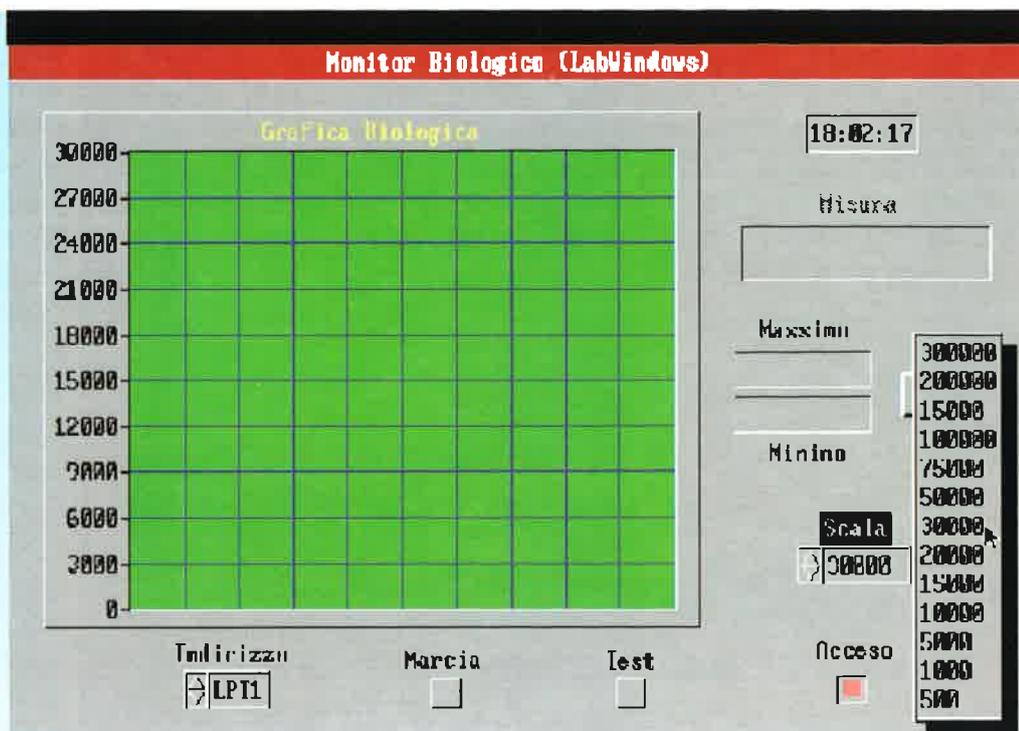
IL PROGRAMMA

Per lanciare il programma è sufficiente posizionarsi sulla directory nella quale si è copiato il programma (o sul floppy A o B se non lo si è trasferito su hard disk), digitare MON e premere il tasto ENTER. Si ricorda che è necessa-

rio avere a disposizione un dispositivo di puntamento (mouse) e una scheda grafica che consenta di operare in modalità VGA. Inizialmente sul video appare il pannello di controllo, dotato di una finestra graduata (alla sinistra) e di un insieme di pulsanti e commutatori che servono per gestire, sempre tramite il mouse, i diversi comandi del monitor biologico. É importante sottolineare che per un corretto funzionamento del programma il circuito del monitor biologico deve essere collegato all'elaboratore; in caso contrario, il programma potrebbe non funzionare correttamente, con possibile blocco del calcolatore e conseguente necessità di eseguire un RESET del sistema per la sua reinizializzazione.

Premendo il pulsante "Test" si ottiene una rappresentazione di prova simile a quella rappresentata in figura

Vengono di seguito esaminati tutti i singoli controlli che appaiono sul pannello dopo che si è lanciato il programma. Nell'angolo inferiore sinistro si può notare la presenza di un commutatore che consente di gestire i diversi indirizzi previsti dall'architettura di un PC per la gestione della porta Centronics. Questi sono numerati da 1 a 3 e indicati come LPT1, LPT2 e LPT3. Ciò consente si sopperire alla pseudocompatibilità di alcuni cloni, nei quali gli indirizzi di assegnazione delle porte LPT sono diversi da quelli stabiliti dalle norme di standardizzazione delle apparecchiature IBM. Nella figura corrispondente è riportata la distribuzione classica di assegnazione delle porte parallele in un PC.

Per abilitare il pannello di controllo si deve cliccare con il puntatore del mouse sul pulsante "Acceso". Il pulsante indicato con "Test" permette di

Attivando il programma l'accensione dei diodi LED sulla scheda fornisce una prova indiscutibile della sua piena operatività

Perché il programma funzioni correttamente è necessario che il circuito sia collegato al calcolatore

Con il commutatore "Scala" è possibile variare la graduazione verticale del grafico rappresentato

visualizzare un grafico simile a quello che si otterrebbe se si eseguisse una verifica "biologica" vera e propria. Per iniziare con le misure si devono applicare gli elettrodi (costituiti da una coppia di puntali a coccodrillo, da una coppia di piastrine metalliche, ecc.) ad una zona di pelle scoperta del proprio corpo sulla quale si desiderano eseguire le prove, e selezionare l'opzione "LPT1" con il commutatore indicato con "Indirizzo".

Dopo aver collegato gli elettrodi si deve premere il pulsante "Acceso" per far partire la rappresentazione grafica. A questo punto può capitare che l'apparecchiatura non registri alcuna misura o, detto in altro modo, che l'indicatore di misura in tempo reale (indicato con "Misura") registri una lettura costante e che i diodi LED presenti sullo stampato rimangano spenti. Questa condizione può essere dovuta al fatto che anche se il programma e il circuito operano correttamente l'indirizzo della porta LPT selezionato non sia quello esatto. Per risolvere questo problema è sufficiente cambiare l'impostazione della porta LPT tramite il commutatore corrispondente. La situazione descritta si potrebbe verificare nei casi di incompatibilità dell'apparecchiatura a disposizione, come detto in precedenza.

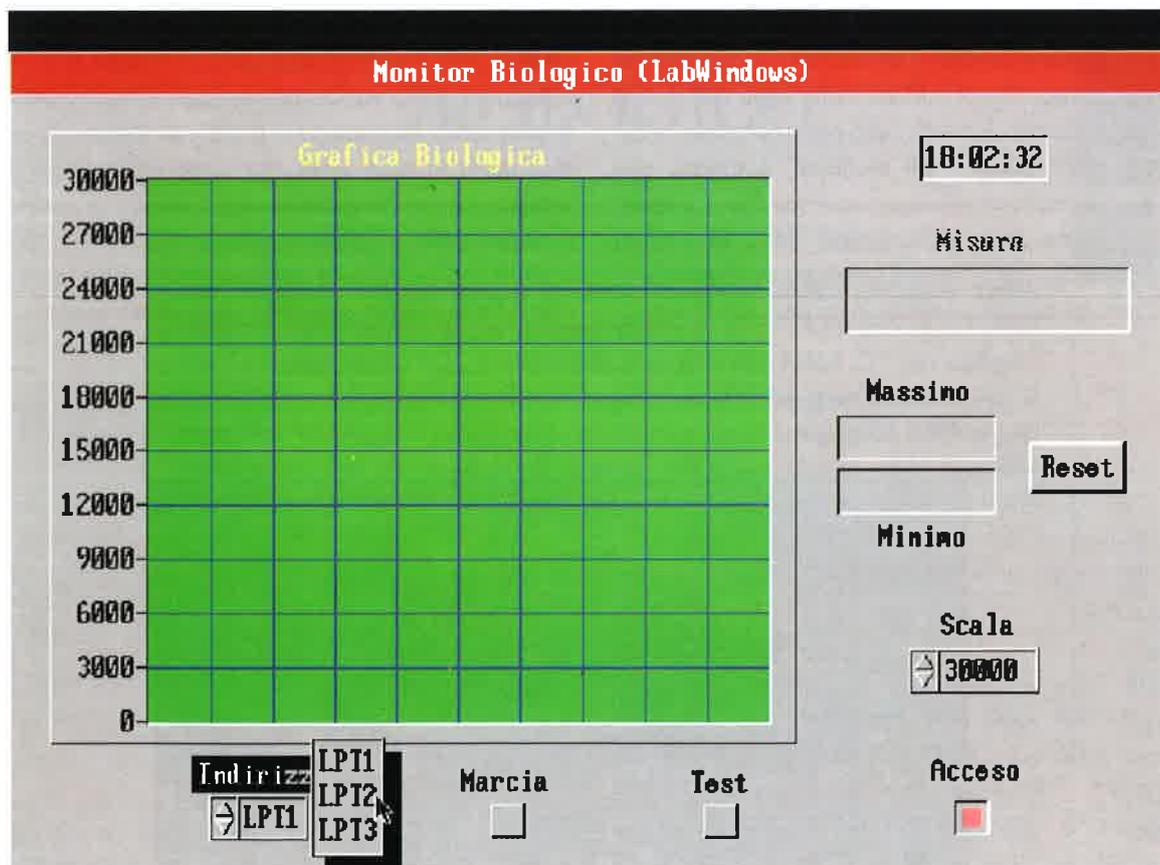
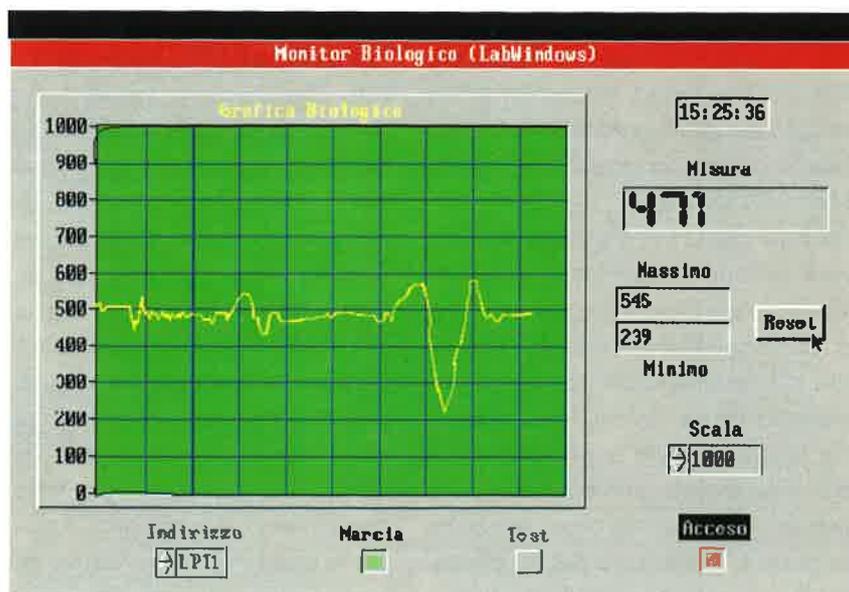
Dopo aver premuto il pulsante "Acceso" il pannello si attiva

Dopo aver effettuato le scelte più idonee, sullo schermo comincerà ad apparire la traccia relativa alla misura in corso, che varia in funzione della variazione della resistenza elettrica della zona di pelle che si sta verificando. Il valore di questa resistenza varia a causa della variazione delle caratteristiche di trasmissione elettrica, descritte nel paragrafo precedente, presentate dal corpo umano in ogni istante. Fattori quali la temperatura o il sudore (variazione di conduttività) influiscono direttamente sulla lettura ottenuta, e ciò può dare un'idea del possibile impiego di questo strumento per rilevare variazioni biologiche che, in un modo o nell'altro, sono determinate dallo stato d'animo o da quello nervoso della persona che si sta sottoponendo al test. Questa caratteristica consente di utilizzare il dispositivo come "rivelatore di bugie", anche se per ottenere dei dati relativamente sicuri è necessario esercitarsi a lungo sul suo funzionamento e raccogliere un certo numero di rilevazioni sufficienti per definire una casistica che consenta di valutare le reazioni di ciascuno in un contesto più ampio. Proseguendo con la descrizione dei comandi per la gestione del pannello di controllo, si possono notare sulla parte destra dello stesso due indicatori che consentono di avere sempre sotto controllo i dati relativi ai valori "Massimo" e "Minimo". La loro funzione è solo quella di aiuto nella rilevazione dei dati. Il pulsante "Reset", posto sulla destra, consente di riportare a zero questi indicatori e ritornare in questo modo a rilevare nuovi valori estremi.

LE LETTURE OTTENUTE

Le unità con le quali è stata graduata la scala grafica possono essere indicate come "Numero di accessi" o qualcosa di simile, poiché è quello che realmente viene visualizzato. Per capire come si

comporta la grafica bisogna ricordare come funziona il circuito. Innanzi tutto si può verificare che i grafici ottenuti con uno stesso "paziente" e con una situazione cutanea identica variano in funzione del tipo di elaboratore utilizzato (8088, 8086, 80286, 80386, 80486, ecc.).
Ciò è dovuto al fatto che la traccia viene ricavata rilevando eventi accaduti in un lasso di tempo determinato riportato sull'asse delle ascisse. Tuttavia, la misura istantanea visualizzata dall'indicatore e tracciata sull'asse verticale non è a prima vista molto facile da intuire. Infatti, la differenza esistente tra le letture ottenute è provocata dal diverso numero di accessi eseguiti dal calcolatore durante un impulso del multivibratore integrato (NE555) sulla porta LPT utilizzata per il collegamento. Per questa ragione, a parità di condizioni della resistenza elettrica della pelle, si possono ottenere (e di fatto questo accade) rappresentazioni grafiche diverse. Se un elaboratore esegue 1000 letture durante il periodo T dell'impulso generato dal 555, risulta chiaro che un elaboratore che opera a velocità doppia esegue un numero di letture pari a 2000 nello stesso spazio di tempo T (questo è un calcolo approssimato, poiché oltre alla frequenza di clock del calcolatore possono influire, anche se in modo minore, altri fattori).
Come interpretare allora il grafico, vista la sua relatività? Il metodo più intuitivo consiglia di partire dal presupposto che se si opera con lo stesso elaboratore, lo stesso "paziente", e situazioni "nervose" simili, si deve ottenere una rappresentazione grafica sufficientemente lineare (orizzontalmente) e senza grandi variazioni, qualsiasi sia la scala impostata. Risulta quindi chiaro che il cambio di scala non corrisponde ad una determinata unità di misura assoluta, ma ad una necessità "molto relativa" che permette di centrare il grafico e visualizzarlo nella sua totalità.

Per comprendere il comportamento del grafico bisogna ricordare il funzionamento del circuito

Se si desidera modificare l'indirizzo della porta LPT sulla quale si sta operando è sufficiente agire sul commutatore corrispondente

Questo è un grafico reale ottenuto con un 80386 a 25 MHz. La traccia rappresentata corrisponde alla variazione della conduttanza cutanea

Quanto più stabile e lineare risulta il grafico ottenuto, meno variazioni nervose si sono verificate nella persona sotto esame

Ma come influiscono le variazioni degli stati d'animo nella rappresentazione ottenuta? Per rispondere a questa domanda è sufficiente riguardare lo schema elettrico del circuito. Se si parte dal presupposto che al variare dello stato nervoso si modifica la conduttività della pelle nel punto in cui sono stati collegati gli elettrodi, è chiaro che questo si traduce in una variazione (lieve o forte, in funzione delle circostanze) della frequenza prodotta dal 555. Poiché la lettura corrisponde al numero di accessi eseguiti in un periodo di tempo limitato dal ciclo generato dal 555, la sua visualizzazione subirà una variazione proporzionale che diventa apprezzabile sul grafico. In pratica, più il grafico ottenuto si presenta stabile e lineare, meno variazioni nervose si sono manifestate nella persona che si sta sottoponendo al test; detto in altro modo, se si sta utilizzando il monitor come "macchina della verità" è molto probabile che un picco positivo o negativo della traccia che appare sul grafico corrisponda, detto con tutte le riserve possibili, ad una menzogna.

È importante non confondere il connettore destinato all'alimentazione con quello riservato alla sonda